



International Science Group

ISG-KONF.COM

**XXXII
INTERNATIONAL SCIENTIFIC
AND PRACTICAL CONFERENCE
"MODERN DEVELOPMENT OF SCIENCE AND THE
LATEST PERSPECTIVES"**

**Vancouver, Canada
August 16 - 19, 2022**

ISBN 979-8-88757-563-6

DOI 10.46299/ISG.2022.1.32

MODERN DEVELOPMENT OF SCIENCE AND THE LATEST PERSPECTIVES

Proceedings of the XXXII International Scientific and Practical Conference

Vancouver, Canada
August 16 – 19, 2022

TABLE OF CONTENTS

AGRICULTURAL SCIENCES		
1.	Atala S., Árpád I., Csaba B., János N. ANALYSIS OF SPAD VALUES IN FAO 380-410 MAIZE UNDER DIFFERENT NITROGEN LEVELS IN LONG-TERM FIELD EXPERIMENT	13
2.	Бітюцький В.С., Харчишин В.М., Тимошок Н.О., Цехмістренко С.І., Демченко О.А. МЕТАБОЛІЧНА РЕГУЛЯЦІЯ СИНТЕЗУ СЕЛЕНОЦИСТЕЇНУ, СЕЛЕНОПРОТЕЇНІВ ТА НАНОСЕЛЕНУ У БАКТЕРІЙ: ІННОВАЦІЙНИЙ ПІДХІД	17
3.	Леонтюк І.Б. ЗАСТОСУВАННЯ БІОЛОГІЧНИХ ПРЕПАРАТІВ В ПОСІВАХ СОЇ	24
4.	Рожков А.О., Давиденко С.Ю. БІОЛОГІЧНА ВРОЖАЙНІСТЬ ЗЕРНА СОРГО ЗЕРНОВОГО ЗА РІЗНИХ ВАРІАНТІВ ЗАСТОСУВАННЯ СТИМУЛЯТОРУ РОСТУ ВЕГЕСТИМ	27
ART HISTORY		
5.	Кушнірук Т.С. СПЕЦИФІКА ВИКОРИСТАННЯ МЕЛОДИЧНИХ ХРОМАТИЧНИХ ПРОХІДНИХ ЗВУКІВ В КОНЦЕНЦІЇ ДЖАЗОВОЇ ІМПРОВІЗАЦІЇ БАРРІ ХАРРІСА	33
6.	Шарипова Ш.Ш. РИТОРИКА КАК НАУКА И КАК ИСКУССТВО	36
ASTRONOMY		
7.	Пилип'юк Р.Р. ВИЗНАЧЕННЯ ЗМІН ПРОСТОРОВИХ КООРДИНАТ НА ПРИКЛАДІ РЕФЕРЕНЦІОЇ СТАНЦІЇ FRKV	41
BIOLOGY		
8.	Olzhabayeva Z., Abdullayeva B., Zharkova I. FEATURES OF THE HISTOLOGICAL STRUCTURE OF THE GILLS OF THE CARP OF LAKE BALKHASH	49

МЕТАБОЛІЧНА РЕГУЛЯЦІЯ СИНТЕЗУ СЕЛЕНОЦИСТЕЇНУ, СЕЛЕНОПРОТЕЇНІВ ТА НАНОСЕЛЕНУ У БАКТЕРІЙ: ІННОВАЦІЙНИЙ ПІДХІД

Бітюцький Володимир Семенович,

д-р. с.-г. наук, професор, завідувач кафедри екології та біотехнології
Білоцерківський національний аграрний університет, Біла Церква, Україна

Харчишин Віктор Миколайович,

канд. с.-г. наук, доцент кафедри екології та біотехнології Білоцерківський
національний аграрний університет,
Біла Церква, Україна

Тимошок Наталія Олександрівна,

канд. біол. наук, с.н.с. відділу проблем інтерферону та імуномодуляторів
Інститут мікробіології та вірусології
ім. Д.К. Заболотного НАН України, Київ, Україна

Цехмістренко Світлана Іванівна,

д-р. с.-г. наук, професор, завідувач кафедри хімії Білоцерківський
національний аграрний університет,
Біла Церква, Україна

Демченко Олександр Анатолійович,

канд. с.-г. наук, с.н.с. відділу проблем інтерферону та імуномодуляторів
Інститут мікробіології та вірусології
ім. Д.К. Заболотного НАН України, Київ, Україна

Селен є одним із незамінних мікроелементів, які відіграють критичну роль у багатьох біологічних процесах [5]. На відміну від інших мікроелементів, які можуть діяти як кофактори, активний Se завжди ковалентно зв'язаний з органічними молекулами. Біологічна роль Se обумовлена його присутністю в селеноцистеїні (Sec), який входить до складу спеціалізованих білків, які називаються селенопротеїнами [3; 16; 23].

Селеноцистеїн – це неканонічна амінокислота, яка використовується в каталітичних центрах спеціалізованих ферментів оксидоредуктаз, відомих як селенопротеїни. Він кодується триплетом UGA, зазвичай стоп-кодоном, який трансляційно перекодується для введення селеноцистеїну спеціальним молекулярним механізмом. З більш ніж 140 амінокислот, виявлених у природних білках, природа розширила генетичний код двома амінокислотами (селеноцистеїн та піролізин відомі як 21 та 22 амінокислоти), які кодуються стоп кодонами UGA та UAG відповідно. Ці дві амінокислоти були додані до

стандартного 20-членного «амінокислотного алфавіту», шляхом перекодування або перепризначення стоп-кодонів [8].

Селеноцистеїн хімічно подібний до цистеїну, але він забезпечує селективну перевагу для певних окисно-відновних ферментативних функцій. Хоча їх точна природа обговорюється, таку перевагу можна віднести до особливих біохімічних властивостей селену порівняно з сіркою. Незважаючи на те, що селеноцистеїн необхідний для людини та інших добре вивчених організмів у всьому «дереві життя», багато живих видів не використовують селеноцистеїн, часто замінюючи його в каталітичних центрах цистеїном [21].

Селеноцистеїн кодується кодоном UGA, який зазвичай є одним із трьох стоп-кодонів, необхідних для припинення подовження поліпептидного ланцюга. Кодон UGA кодує селеноцистеїн, лише якщо трансльована мРНК містить унікальний елемент послідовності вставки селеноцистеїну (SECIS), приблизно 60-нуклеотидний мотив, який приймає типову структуру шпильки. SECIS можна розпізнати за наявністю окремих нуклеотидів у певних положеннях, а також за вмістом неканонічних пар основ AG. У бактерій елементи SECIS розташовані в ділянках кодування мРНК відразу після кодону UGA в одній рамці зчитування. В архей та еукаріот елементи SECIS розташовані в 3'-нетрансльованих ділянках мРНК і можуть забезпечувати включення кількох залишків Sec у різні кодони UGA [19; 25].

У реалізації генетичного коду під час трансляції задіяно декілька молекулярних механізмів, таких як виродження кодонів для включення рідкісних амінокислот (виродженість – одна і та сама амінокислота може кодуватися не одним, а кількома триплетами). Одним із таких унікальних механізмів є селеноцистеїн (Sec), який вимагає специфічного шляху біосинтезу та включення у селенопротеїни. У бактерій шлях біосинтезу Sec має унікальні особливості порівняно з еукаріотичним шляхом, оскільки механізм перетворення амінокислоти серину (Ser) у Sec здійснюється гомодекамерним ферментом (селеноцистеїнсинтаза, SelA), за яким слідує дія фактору елонгації (SelB), відповідального за доставку зрілої Sec-tRNA^{Sec} у рибосому за рахунок взаємодії з послідовністю вставки селеноцистеїну (SECIS) [27].

У бактерій для цього процесу потрібен кодон UGA у рамці зчитування, елемент послідовності вставки Sec (SECIS) (структура стовбурової петлі, розташована безпосередньо 3' від кодону UGA, що кодує Sec), тРНК^{Sec} (специфічна тРНК, антикодон якої відповідає UGA кодон), і кілька білкових факторів, призначених для включення Sec. Коротко кажучи, елемент SECIS зв'язується з Sec-специфічним фактором елонгації (SelB) і утворює комплекс із Sec-tRNA^{Sec}. tRNA^{Sec} спочатку аміноацилюється серином, щоб отримати серил-тРНК^{Sec} за допомогою канонічної серил-тРНК-синтетази (SerRS), а потім перетворюється на селеноцистеїл-тРНК^{Sec} за допомогою Sec-синтази (SelA). SelA використовує селенофосфат як активний донор Se, який синтезується SelD з селеніду та АТФ [14; 20].

Фактори елонгації (ФЕ) відповідають за доставку амінокислот, що несуть тРНК, до рибосомного апарату для включення в нього пептиду, що зароджується [22]. Зазвичай різні амінокислоти розпізнаються тим самим ФЕ. Однак

селеноцистеїн (Sec, U), одна з рідкісних амінокислот, спеціально розпізнається унікальним ФЕ, названим у *Bacteria* як SelB [26].

SelB є спеціалізованим фактором елонгації трансляції, який доставляє селеноцистеїл-тРНК(Sec) до рибосоми. Sec-тРНК (Sec) зв'язується з SelB-GTP з надзвичайно високою афінністю ($K(d) = 0,2$ пм). Міцне зв'язування відбувається ентальпійно і включає утворення чотирьох іонних пар, три з яких можуть включати залишок Sec. SelB є прикладом еволюції високоспеціалізованого комплексу білок-РНК у бік розпізнавання унікального набору елементів ідентичності [22; 24].

Таким чином, Sec котрансляційно включається до селенопротеїнів, що беруть участь у декількох функціях, таких як окислювально-відновна, окислювально-відновна передача сигналів та антиоксидантний захист [10–12]. Селенопротеїни були ідентифіковані в організмах усіх трьох доменів життя – еукаріотів, архей і бактерій. У даний час ідентифіковано 25 генів, що кодують селенопротеїни у людини, 24 – у гризунів і 3 – у плодової мушки *Drosophila melanogaster* [17; 18]. Крім того, принаймні 16 із 25 селенопротеїнів людини є ферментами, що містять Sec в активному центрі. Sec є більш кислим ($pK_a = 5,2$ проти 8,0) і нуклеофільним залишком, ніж цистеїн (Cys), і, отже, більш каталітично активним в активному центрі ферменту [9; 16].

У прокаріотів відомо більше 80 сімейств та підродин селенопротеїнів. Більшість цих селенопротеїнів містять тіоредоксин (Trx)-подібну складку з законсервованим редокс-активним мотивом CXXU, якій є звичайним структурним доменом в оксидоредуктазах із каталітичним залишком Sec [33]. Хоча в різних наборах геномних і метагеномних даних ідентифікується дедалі більше генів селенопротеїнів, повна колекція прокаріотичних селенопротеїнів все ще відсутня [34].

Нині широко застосовують для екологічного «зеленого» синтезу органічних сполук селену (селеноамінокислот і селенопротеїнів) та наночастинок селену бактерії, зокрема *L. Plantarum*, *L. Casei* та *B. subtilis* [1; 2; 7; 15; 31]. *B. subtilis* поширені в біомедичній галузі і використовуються як підхід до детоксикації селенатів у селеніті та відновлення селену й утворення елементарного Селену (Se^0) та/або наночастинок Селену [32]. *B. subtilis* здатна здійснювати реакції окиснення /відновлення завдяки специфічному селеноензиму – метилтрансферазі селену та редуктазі оксиду селену [6; 28].

Таким чином, мікроорганізми можна розглядати як важливу частину технологій продукції органічних форм селену (зокрема селеноцистеїну), селенопротеїнів та наноселену. Здатність лактобактерій до трансформації селеніту натрію з утворенням наноселену та сполук органічного Se, придатних для харчування людини та тварин, дає змогу розглядати їх як дешеве джерело органічного Se та наноселену. Вибір бактерій роду *Lactobacillus* як продуцентів біогенного Nano-Se обумовлений здатністю лактобактерій перешкоджати розмноженню патогенних і умовно патогенних мікроорганізмів, підвищувати імунорезистентність макроорганізму та належністю їх до категорії безпечних мікроорганізмів (GRAS) [4].

Результати досліджень [13; 30] показують, що лактобактерії можуть виробляти Sec з середовища, збагаченого селенітом. Аналіз вмісту Sec, показує, що продукція селено-АК вище в середовищі з додаванням серину, який ініціює синтез селеноцистеїну поряд з селенітом в процесі біотрансформації неорганічного селену в органічні форми. У метаболізмі лактобактерій неорганічний Se перетворюється на органічний селен за рахунок заміщення сірки метіоніном і головним чином цистеїном, що можна регулювати шляхом додавання серину в середовище культивування.

Доведено, що вмісту Sec, проаналізований у цьому дослідженні, пов'язаний в основному з каталітичним сайтом ферментів з окислювально-відновною активністю у вигляді нековалентно пов'язаних кофакторів. Фактично було показано, що неорганічний селен інтегрується у внутрішньоклітинні білки, де види Se, демонструють присутність синтезованого Sec.

Висновки. Досліджено, що певні штами лактобактерій здатні ефективно рости та біотрансформувати неорганічний селен (селеніт натрію) в органічні форми. Ці бактерії також можуть накопичувати селен внутріклітинно, продукувати наночастинки селену та утворювати селеноцистеїн, найбільш біодоступну форму селену. Синтез селеноцистеїну активує додавання до середовища культивування бактерій амінокислоти серину. Серин активізував продукування селеноцистеїну, і розвиток мікроорганізмів був швидшим у порівнянні з таким без серину в середовищі. Метаболічна регуляція синтезу селеноцистеїну амінокислотою серином у процесі біотрансформації бактеріями Se в селеноцистеїн та селенопротеїни представляє інтерес для подальших досліджень. Таким чином, моніторинг лактобактерій, здатних утворювати одночасно дві різних форми селену, буде сприяти розробці продукції, біозбагаченої доступним селеном, та її використанню в якості харчових продуктів та кормів для тварин.

Список літератури:

1. Бітюцький В.С., Харчишин В.М., Цехмістренко С.І., Мельниченко О.М., Демченко О.А., Тимошок Н.О., Мельниченко Ю.О. (2022). Біотехнологія трансформації неорганічного селена бактеріями: утворення наночастинок селена і селенамінокислот. Features of the development of modern science in the pandemic's era: collection of scientific papers «SCIENTIA» with Proceedings of the II International Scientific and Theoretical Conference (Vol. 1), July 15, 2022.

2. Тимошок Н.О., Демченко О.А., Бітюцький В.С., Цехмістренко С.І. (2021). Вплив селеніт-іонів на L. Casei IMB B-7280 та визначення здатності культури до утворення біогенного nano-Se. Theory, practice and science. Abstracts of V International Scientific and Practical Conference. Tokyo, Japan, 17-23.

3. Цехмістренко О.С., Бітюцький В.С., Цехмістренко С.І., Співак М.Я., Тимошок Н.О., Демченко О.А. (2022). Синтез наночастинок селену з використанням “зелених” технологій. Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва: Зб. наук. праць, 1(170), 98–113.

4. Цехмістренко О.С, Бітюцький В.С., Цехмістренко С.І., Мельниченко О.М., Тимошок Н.О., Співак М.Я. (2019). Використання наночастинок металів та неметалів у птахівництві. Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва: Зб. наук. праць – Біла Церква, 2, 113–130.
5. Цехмістренко С.І., Бітюцький В.С., Цехмістренко О.С., Демченко О.А., Тимошок Н.О., Мельниченко О.М. (2022). Біологічні властивості наночастинок. Екологічні біотехнології “зеленого” синтезу наночастинок металів, оксидів металів, металоїдів та їх використання: наукова монографія. Біла Церква, 2022, 75–166.
6. Цехмістренко С.І., Бітюцький В.С., Цехмістренко О.С., Демченко О.А., Тимошок Н.О., Мельниченко О.М. (2022). Використання наночастинок. Екологічні біотехнології “зеленого” синтезу наночастинок металів, оксидів металів, металоїдів та їх використання: наукова монографія. Біла Церква, 167–249.
7. Цехмістренко С.І., Бітюцький В.С., Цехмістренко О.С., Демченко О.А. (2022). Екологічний синтез наночастинок селену. Актуальні проблеми хімії, матеріалознавства та екології: матеріали I Міжнародної наукової конференції (Луцьк, 1-3 червня 2022 року). – Луцьк: Волинський національний університет імені Лесі Українки, 114–117.
8. Ambrogelly, A., Palioura, S. & Söll, D. (2007). Natural expansion of the genetic code. *Nat Chem Biol* 3, 29–35.
9. Berry, M. J., Kieffer, J. D., Harney, J. W., & Larsen, P. R. (1991). Selenocysteine confers the biochemical properties characteristic of the type I iodothyronine deiodinase. *Journal of Biological Chemistry*, 266(22), 14155-14158.
10. Bityutskii, V., Tsekhmistrenko, S., Tsekhmistrenko, O., Oleshko, O., & Heiko, L. (2020). Influence of selenium on redox processes, selenoprotein metabolism and antioxidant status of aquaculture facilities. *Таврійський науковий вісник*, 114, 231–240.
11. Bityutskyy V., Tsekhmistrenko S., Tsekhmistrenko O., Demchenko A. (2022). Eco-friendly biotechnology for biogenic nanoselenium production and its use in combination with probiotics in poultry feeding: innovative feeding concepts. *International scientific innovations in human life. Proceedings of the 8th International scientific and practical conference*. Cognum Publishing House. Manchester, United Kingdom, 13–21.
12. Bityutskyy V.S., Oleshko O.A., Tsekhmistrenko S.I., Melnichenko O.M., Tsekhmistrenko O.S., Melnichenko Yu.O., ... Shulko O.P. (2021). The Influence of Various Forms of Selenium on Redox Processes, Gene Expression of Selenoproteins, Antioxidant Status in Biological Objects. *Oxidants and antioxidants in medical science*, 10 (8), 5-13.
13. Castañeda-Ovando, A., Segovia-Cruz, J. A., Flores-Aguilar, J. F., Rodríguez-Serrano, G. M., Salazar-Pereda, V., Ramírez-Godínez, J., ... & González-Olivares, L. G. (2019). Serine-enriched minimal medium enhances conversion of selenium into selenocysteine by *Streptococcus thermophilus*. *Journal of dairy science*, 102(8), 6781-6789.)

14. de Freitas Fernandes A, Serrão VHB, Scortecci JF, Thiemann OH. Seryl-tRNA synthetase specificity for tRNA^{Sec} in Bacterial Sec biosynthesis. *Biochim Biophys Acta Proteins Proteom.* 2020 Aug;1868(8):140438.
15. Demchenko A., Bityutskyy V., Tsekhmistrenko S., Tsekhmistrenko O., Kharchyshyn V. (2022). Synthesis of functionalized selenium nanoparticles with the participation of flavonoids. *Multidisciplinary academic notes. Theory, methodology and practice. Proceedings of the XVII International Scientific and Practical Conference.* Tokyo, Japan. 29–35.
16. Flohé, L. (2009). The labour pains of biochemical selenology: the history of selenoprotein biosynthesis. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-General Subjects*, 1790(11), 1389-1403.
17. Gladyshev, V. N., Arnér, E. S., Berry, M. J., Brigelius-Flohé, R., Bruford, E. A., et al. (2016) Selenoprotein gene nomenclature, *J. Biol. Chem.*, 291, 24036-24040.
18. Hatfield, D. L., and Gladyshev, V. N. (2002). How selenium has altered our understanding of the genetic code, *Mol. Cell. Biol.*, 22, 3565-3576,
19. Hatfield, D. L., Tsuji, P. A., Carlson, B. A., and Gladyshev, V. N. (2014). Selenium and selenocysteine: Roles in cancer, health, and development, *Trends Biochem. Sci.*, 39, 112-134.
20. Manzine, L. R., Cassago, A., da Silva, M. T. A., & Thiemann, O. H. (2013). An efficient protocol for the production of tRNA-free recombinant Selenocysteine Synthase (SELA) from *Escherichia coli* and its biophysical characterization. *Protein expression and purification*, 88(1), 80-84.
21. Mariotti, M., & Gladyshev, V. N. (2022). Selenocysteine-containing proteins. In *Redox Chemistry and Biology of Thiols* (pp. 405-421). Academic Press.
22. Micheletto, M. C., Mendes, L. F., Basso, L. G., Fonseca-Maldonado, R. G., & Costa-Filho, A. J. (2017). Lipid membranes and acyl-CoA esters promote opposing effects on acyl-CoA binding protein structure and stability. *International journal of biological macromolecules*, 102, 284-296.
23. Minich, W. B. (2022). Selenium metabolism and biosynthesis of selenoproteins in the human body. *Biochemistry (Moscow)*, 87(1), S168-S177.
24. Paleskava A, Konevega AL, Rodnina MV. Thermodynamic and kinetic framework of selenocysteyl-tRNA^{Sec} recognition by elongation factor SelB. *J Biol Chem.* 2010 Jan 29; 285(5): 3014-20.
25. Seeher, S., Mahdi, Y., and Schweizer, U. (2012) Post-transcriptional control of selenoprotein biosynthesis, *Curr. Protein Pept. Sci.*, 13, 337-356.
26. Serrão, V. H. B., Alessandro, F., Caldas, V. E. A., Marçal, R. L., Pereira, H. D. M., Thiemann, O. H., & Garratt, R. C. (2011). Promiscuous interactions of human septins: the GTP binding domain of SEPT7 forms filaments within the crystal. *FEBS letters*, 585(24), 3868-3873.
27. Serrão, V. H. B., de Freitas Fernandes, A., Basso, L. G. M., Scortecci, J. F., Júnior, E. C.,... & Thiemann, O. H. (2021). The specific elongation factor to selenocysteine incorporation in *Escherichia coli*: Unique tRNA^{Sec} recognition and its interactions. *Journal of Molecular Biology*, 433(23), 167279.

AGRICULTURAL SCIENCES
MODERN DEVELOPMENT OF SCIENCE AND THE LATEST PERSPECTIVES

28. Stolz J., Basu P., Santini J., Oremland R. (2006). Arsenic and selenium in microbial metabolism. *Annu. Rev. Microbiol.*, 60, 107–130.
29. Tsekhmistrenko O., Tsekhmistrenko S., Bityutskyy V. (2019). Nanoscale cerium dioxide as a mimetic of antioxidant protection enzymes. *Multidisciplinary conference For young researchers 22 November 2019*, 68–71.
30. Tsekhmistrenko, S. I., Bityutskyy, V. S., Tsekhmistrenko, O. S., Kharchishin, V. M., Tymoshok, N. O., Demchenko, A. A., ... & Tokarchuk, T. S. (2021). Ecological and toxicological characteristics of selenium nanocompounds. *Ukrainian Journal of Ecology*, 11(3), 199-204.
31. Tymoshok N.O., Kharchuk M.S., Kaplunenko V.G., Bityutskyy V.S., Tsekhmistrenko S.I., ... Melnichenko O.M. (2019). Evaluation of effects of selenium nanoparticles on *Bacillus subtilis*. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 10(4), 544-552.
32. Yu Q., Boyanov M.I., Liu J., Kemner K.M., Fein J.B. (2018). Adsorption of selenite onto *Bacillus subtilis*: the overlooked role of cell envelope sulfhydryl sites in the microbial conversion of Se (IV). *Environmental science technology*, 52(18), 10400–10407.
33. Zhang, Y., Roh, Y. J., Han, S. J., Park, I., Lee, H. M., Ok, Y. S., ... & Lee, S. R. (2020). Role of selenoproteins in redox regulation of signaling and the antioxidant system: A review. *Antioxidants*, 9(5), 383.
34. Zhang, Y., Jiao J., Biyan H., Huimin Y., Jie H., and Liang J. (2022). "Selenium Metabolism and Selenoproteins in Prokaryotes: A Bioinformatics Perspective" *Biomolecules* 12, no. 7: 917.